



Département d'électronique

Cachan le 13 octobre 2000

## Devoir surveillé d'informatique industrielle

Durée 2 heures, tous documents autorisés

### Du programme au filtre

On se propose d'étudier le fonctionnement d'un filtre numérique. Les données d'entrée sont codées sur 8 bits en complément à 2, elles arrivent au rythme de l'horloge d'échantillonnage dont la fréquence vaut 1 MHz. Le filtre est décrit par un programme VHDL fourni ci-dessous.

Programme source :

```
entity fir1p is
  port (hor : in bit ;
        x : in integer range -127 to 127 ;
        y : out integer range -127 to 127 ) ;
end fir1p ;

architecture simple of fir1p is
  type mem_octet is array(1 to 4) of integer range -127 to 127 ;
  signal mem : mem_octet := (others => 0) ;
  signal som : integer range -1024 to 1023 ;
begin
  y <= som/8 ;
  som <= x + 2*(mem(1) + mem(2) + mem(3)) + mem(4) ;
  process
  begin
    wait until hor = '1' ;
    mem(1) <= x ;
    mem(2 to 4) <= mem(1 to 3) ;
  end process ;
end simple ;
```

- Traduire ce programme en un schéma bloc dans lequel apparaissent les cellules mémoire.
- Etablir l'équation de récurrence du filtre.
- Les mémoires du filtre étant initialement à 0, on applique en entrée la séquence {127,127,127,127,127,127,-127,-127,-127,-127,-127,-127,0,0,0,0,0}. Représenter l'évolution de la sortie du filtre. A quel type d'opération a-t-on procédé ?
- Etablir la fonction de transfert harmonique du filtre, représenter son allure (module et phase) en précisant l'unité de fréquence (rappel :  $\cos(2*x) = 2*\cos^2(x) - 1$ ).
- Ce filtre est difficilement synthétisable tel quel dans un circuit programmable, pourquoi ?
- Quel type de solution au problème précédent suggéreriez vous ?

T.S.V.P.

## Du filtre au programme

On souhaite réaliser un filtre défini par l'équation de récurrence :

$$y(n) = (-x(n) + 2*x(n - 1) - x(n - 2))/4$$

- Quelle est la réponse impulsionnelle de ce filtre ?
- Quelle est sa réponse à un échelon ?
- Etablir la fonction de transfert harmonique du filtre, représenter son allure (module et phase) en précisant l'unité de fréquence (rappel :  $\cos(2*x) = 1 - 2*\sin^2(x)$  ).
- Quel est le type d'opération réalisée ?
- Proposer un programme VHDL qui réalise le filtre pour des entrées entières sur 8 bits.